

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 9 月 1 日

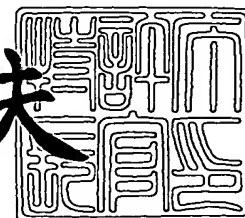
出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 3 0 9 0 5 2  
[ST.10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 3 0 9 0 5 2 ]

出 願 人  
Applicant(s): 三 菱 電 機 株 式 会 社

2 0 0 3 年 9 月 1 9 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願  
【整理番号】 545455JP01  
【提出日】 平成15年 9月 1日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 F02D 41/40  
【発明者】  
    【住所又は居所】 兵庫県神戸市兵庫区浜山通 6 丁目 1 番 2 号 三菱電機コントロールソフトウェア株式会社内  
    【氏名】 高橋 建彦  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000006013  
    【氏名又は名称】 三菱電機株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100057874  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 曾我 道照  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100110423  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 曾我 道治  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100084010  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 古川 秀利  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100094695  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 鈴木 憲七  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100111648  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 梶並 順  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 000181  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】.**

燃料タンク内の燃料を内燃機関の燃焼室に設置されたインジェクタに供給するための燃料供給制御装置において、

前記内燃機関のクランクシャフトの回転に同期してクランク角信号を生成するクランク角検出手段と、

前記内燃機関のカムシャフトの回転に同期してカム角信号を生成するカム角検出手段と、

前記カムシャフトの回転に同期した吸入行程および吐出行程を有し前記燃料を前記インジェクタに供給する容積式の燃料供給手段と、

前記燃料供給手段の吐出行程に関連した有効ストロークを変更する有効ストローク変更手段とを備え、

前記有効ストローク変更手段は、前記クランク角信号および前記カム角信号に同期して作動し、前記カム角信号に基づいて前記有効ストロークを変更することを特徴とする内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 2】**

前記有効ストローク変更手段は、前記カム角信号の示すカム角から算出した周期に基づいて前記有効ストロークの制御タイミングを決定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 3】**

前記有効ストローク変更手段は、等間隔で検出されたカム角信号を用いて前記有効ストロークの制御タイミングを決定することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 4】**

前記有効ストローク変更手段は、前記カム角信号の信号毎のずれを補正して前記有効ストロークを変更することを特徴とする請求項 1 から請求項 3 までのいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 5】**

前記有効ストローク変更手段は、前記燃料供給手段の吸入行程にあるカム角信号を用いて前記有効ストロークを変更することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 までのいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 6】**

前記有効ストローク変更手段の制御に関連したカム角信号の入力タイミングから、前記燃料供給手段の吸入行程の終了タイミングまでの期間は、前記有効ストローク変更手段の作動遅れによる無駄時間よりも長く設定されたことを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 7】**

前記燃料供給手段の吸入行程の開始タイミングから、前記有効ストローク変更手段の制御に関連したカム角信号の入力タイミングまでの期間は、前記有効ストローク変更手段の制御するための準備期間よりも長く設定されたことを特徴とする請求項 5 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 8】**

前記有効ストローク変更手段は、前記カム角信号の示すカム角に基づいて前記有効ストローク変更手段の制御タイミングを決定し、前記クランク角信号を計数して前記有効ストロークを変更することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 9】**

前記有効ストローク変更手段は、前記クランク角信号を計数して前記有効ストロークを変更することの要否を、前記内燃機関の運転状態に応じて決定することを特徴とする請求項 8 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

**【請求項 10】**

前記内燃機関の運転状態は、回転速度を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

【請求項 1 1】

前記内燃機関は、吸気バルブおよび排気バルブの少なくとも一方の作動タイミングを制御するバルブタイミング制御手段を有し、

前記内燃機関の運転状態は、前記バルブタイミング制御手段の制御状態を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

【請求項 1 2】

前記クランク角検出手段は、特定のクランク角位置に対応して、前記クランク角信号のパルスを生成しない欠け歯部分を有し、

前記欠け歯部分は、前記燃料供給手段の吸入行程に対応するように設置されたことを特徴とする請求項 8 から請求項 1 1 までのいずれか 1 項に記載の内燃機関の燃料供給制御装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の燃料供給制御装置

【技術分野】

【0001】

この発明は、内燃機関の燃焼室内に直接燃料を噴射するための燃料供給手段を制御する内燃機関の燃料供給制御装置に関し、特に、燃料供給手段の吐出行程に関連した有効ストロークを高精度に制御することにより高精度の燃圧制御を実現した内燃機関の燃料供給制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、燃焼室に設置されたインジェクタから燃焼室内に直接燃料を噴射する内燃機関の燃料供給制御装置においては、高圧ポンプからなる容積式の燃料供給手段が用いられている。

従来の内燃機関の燃料供給制御装置において、高圧ポンプは、カムシャフトに同期して回転するポンプカムによって駆動され、ポンプ吐出量は、吐出行程にある期間の電磁弁の ON/OFF 期間を変更することによって変更される。

【0003】

このとき、電磁弁の ON/OFF 期間は、クランク角センサからのクランク角信号を用いて変更される。

また、ポンプ吐出行程は、バルブタイミング制御装置に同期して変更され、この場合のポンプ吐出行程の変化に関しては、検出されたバルブタイミングからの予測値に応じて、電磁弁の ON/OFF タイミングを変更することにより行われている（たとえば、特許文献 1 参照）。

【0004】

さらに、容積式の燃料供給手段は、吐出行程に関連した有効ストローク（吐出量）を調整するための有効ストローク変更手段によって制御されており、有効ストローク変更手段は、スピル弁の開閉タイミング決定手段により構成されている。

以下、燃料供給手段（高圧ポンプ）の吐出量を調整するスピル弁の開閉タイミング決定方法について説明する。

【0005】

まず、バルブタイミング変化量の予測値  $d_{lvvt}$  を、以下の式（1）により算出する。

【0006】

$$d_{lvvt} = (V_T - V_{T[i-1]}) + (V_{TT} - V_T) \cdots (1)$$

【0007】

ただし、式（1）において、 $V_T$  はバルブタイミング、 $V_{T[i-1]}$  は前回バルブタイミング、 $V_{TT}$  は目標バルブタイミングである。

【0008】

続いて、スピル弁の基準開弁時期  $a_{fpns}$  を、以下の式（2）により算出する。

【0009】

$$a_{fpns} = a_{fpofs} + a_{wonbs} - a_{offset} \cdots (2)$$

【0010】

ただし、式（2）において、 $a_{fpofs}$  はスピル弁の基準閉弁時期、 $a_{wonbs}$  はスピル弁の開弁期間であり、それぞれ、MAP データとして ROM に格納されている。また、 $a_{offset}$  はカムシャフト基準位置からポンプ駆動カムノーズまでのオフセット量である。

【0011】

次に、バルブタイミングの動作量を考慮して、スピル弁の仮閉弁時期  $a_{fpnb}$  を、以下の式（3）により算出する。

【0012】

$$afponb = afpons + VT \cdots (3)$$

【0013】

続いて、スピル弁の仮閉弁時期  $afponb$  を修正するための修正量  $kaon$  を、以下の式 (4) により算出する。

【0014】

$$kaon = (dlvvt / 360) \times (QT + kacal - afponb) \cdots (4)$$

【0015】

ただし、式 (4) において、 $QT$  は開閉時期算出タイミング、 $kacal$  は  $VT$  検出時から開閉時期算出タイミング  $QT$  までのクランク角度である。

【0016】

次に、スピル弁の開弁期間の修正量  $kaonw$  を、以下の式 (5) により算出する。

【0017】

$$kaonw = (dlvvt / 360) \times awonb \cdots (5)$$

【0018】

ただし、式 (5) において、 $awonb$  はスピル弁の開弁期間である。

続いて、スピル弁の開弁タイミング  $afpon$  を、以下の式 (6) により算出する。

【0019】

$$afpon = afponb + kaon \cdots (6)$$

【0020】

最後に、スピル弁の最終閉弁期間  $awon$  を、以下の式 (7) により算出する。

【0021】

$$awon = awonb + kaonw \cdots (7)$$

【0022】

式 (7) から算出されたスピル弁の最終閉弁期間  $awon$  は、高圧ポンプの有効吐出期間となる。

【0023】

【特許文献1】特開 2000-161115 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0024】

従来の内燃機関の燃料供給制御装置は以上のように構成されており、クランク角信号に基づいてスピル弁の基準開閉時期  $afpons$ 、 $afpoffs$  を算出し、バルブタイミング制御装置の動作量に応じてスピル弁の基準開閉時期  $afpons$ 、 $afpoffs$  を修正しているので、スピル弁の開閉タイミングの制御演算が複雑になるという課題があった。

【0025】

また、スピル弁の開閉時期の演算タイミングは、クランク角信号に同期しているので、バルブタイミングの変化に対して、スピル弁の開閉の両タイミングを制御する必要がある、さらに制御演算が複雑化するという課題があった。

また、スピル弁の開閉の両タイミングを制御するためには、実際の制御に要する時間よりも極めて早いタイミングで開閉時期を決定する必要がある、予測値と実際値との誤差が大きくなって、インジェクタにおける供給燃料の燃圧制御性を悪化させるという課題があった。

【0026】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、カム角信号を用いて高圧ポンプ内のスピル弁を制御し、ポンプ吐出量に見合った所定期間経過後に高圧ポンプを開閉することにより、バルブタイミングが変更されても補正を必要とせず、制御性を確保しつつ制御の簡略化を実現した内燃機関の燃料供給制御装置を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

**【0027】**

この発明による内燃機関の燃料供給制御装置は、燃料タンク内の燃料を内燃機関の燃焼室に設置されたインジェクタに供給するための燃料供給制御装置において、内燃機関のクランクシャフトの回転に同期してクランク角信号を生成するクランク角検出手段と、内燃機関のカムシャフトの回転に同期してカム角信号を生成するカム角検出手段と、カムシャフトの回転に同期した吸入行程および吐出行程を有し燃料をインジェクタに供給する容積式の燃料供給手段と、燃料供給手段の吐出行程に関連した有効ストロークを変更する有効ストローク変更手段とを備え、有効ストローク変更手段は、クランク角信号およびカム角信号に同期して作動し、カム角信号に基づいて有効ストロークを変更するものである。

**【発明の効果】****【0028】**

この発明によれば、クランク角信号を用いて燃料供給手段の開閉タイミングを制御する場合の制御性を確保しつつ、制御を簡略化することができる。

**【発明を実施するための最良の形態】****【0029】****実施の形態 1.**

図1および図2はこの発明の実施の形態1を示すブロック構成図であり、図1は燃料供給手段（高圧ポンプ）の周辺構造を示しており、図2は内燃機関の周辺構造を1つの気筒に注目して示している。

**【0030】**

図1において、燃料タンク1内には燃料を汲み上げるフィード用の低圧ポンプ2が設けられ、低圧ポンプ2の下流側には、燃料フィルタ3が設けられている。

また、燃料フィルタ3の下流側の配管には、圧力レギュレータ4および高圧ポンプ5が設けられており、フィルタ3を通過した燃料は、レギュレータ4で燃圧調整されて高圧ポンプ5に導入されている。

**【0031】**

高圧ポンプ5は、燃料供給制御手段を構成しており、燃料配管に設けられた一対の逆止弁6と、逆止弁6の間に介在された増圧室8を加圧するピストン7と、増圧室8を開閉するスピル弁9とを備えている。

ピストン7の一端は、内燃機関の吸気バルブ用のカムシャフト17と一体的に回転するポンプカム10と衝合しており、ピストン7は、ポンプカム10により、内燃機関の回転に同期して駆動力が供給されるようになっている。

**【0032】**

スピル弁9は、増圧室8内に対して挿入／開放されるバルブ部9aと、バルブ部9aにより増圧室8と燃料配管の上流部との間を選択的にバイパスするバイパス配管9bと、ECU（電子制御ユニット）20により励磁制御されてバルブ部9aを開放駆動するコイル9cと、バルブ部9aを閉成（図中下方）側に付勢する圧縮スプリング9dとを備えている。

**【0033】**

高圧ポンプ5の下流側には、内燃機関の気筒毎の燃焼室11内に設置されたインジェクタ12が連通され、インジェクタ12には、高圧ポンプ5の出力端に連通された燃料レール13を介して、圧縮された燃料が導入されるようになっている。

**【0034】**

燃料レール13には、圧縮燃料をリリースするための解放バルブ14と、燃圧PFを検出するための燃圧センサ15とが設けられている。燃圧センサ15により検出された燃圧PFは、ECU20に入力される。

**【0035】**

内燃機関により回転駆動されるクランクシャフト16には、クランクシャフト16に対して1/2の回転比で同期回転するカムシャフト17がタイミングベルトを介して連結されている。クランクシャフト16およびカムシャフト17には、クランク角センサ18お

よびカム角センサ 19 が対向配置されており、各センサ 18、19 から生成されるクランク角信号 SGT およびカム角信号 SGC は、ECU 20 に入力される。

#### 【0036】

ECU 20 は、燃圧 PF、クランク角信号 SGT およびカム角信号 SGC のみならず、各種センサ（図示せず）からの運転状態情報を取り込み、低圧ポンプ 2、スピル弁 9 内のコイル 9c およびインジェクタ 12 を駆動制御する。

高圧ポンプ 5（燃料供給手段）は、クランクシャフト 16 およびカムシャフト 17 の回転に同期した吸入行程および吐出行程を有する。

#### 【0037】

ECU 20 は、高圧ポンプ 5 の吐出行程に関連した有効ストロークを変更する有効ストローク変更手段を含み、有効ストローク変更手段は、クランク角信号 SGT およびカム角信号 SGC に同期して作動し、カム角信号 SGC に基づいて有効ストロークを変更するようになっている。

#### 【0038】

高圧ポンプ 5 において、ピストン 7 は、ポンプカム 10 の回転により上下運動し、これにより、増圧室 8 の容積が変化し、圧縮された燃料が燃料レール 13 に導入される。

このとき、燃料レール 13 への燃料導入量は、ECU 20 の制御下でスピル弁 9 によって調整される。

#### 【0039】

スピル弁 9 において、ECU 20 からの制御信号が ON となってコイル 9c が通電されると、圧縮スプリング 9d の付勢力に打ち勝ってバルブ部 9a が上方に移動し、これにより、スピル弁 9 のバルブ部 9a は開弁される。

バルブ部 9a が開弁されると、増圧室 8 がバイパス配管 9b を介して燃料吸入側の配管と連通するので、増圧室 8 内の圧縮燃料は、吸入側に戻り、燃料レール 13 側には送られない。したがって、高圧ポンプ 5 から燃料レール 13 に吐出されることはない。

#### 【0040】

一方、コイル 9c の通電が遮断されると、圧縮スプリング 9d の付勢力によりバルブ部 9a が下方に移動し、これにより、バルブ部 9a は閉弁される。

バルブ部 9a が閉弁されると、増圧室 8 と吸入側配管との連通が遮断されるので、増圧室 8 内の圧縮燃料は、燃料レール 13 側に送られる。

解放バルブ 14 は、燃料レール 13 内の燃圧 PF が上昇して解放バルブ 14 の開弁圧に達すると開弁し、燃料レール 13 内の燃料を燃料タンク 1 に戻すようになっている。

#### 【0041】

燃料レール 13 内の燃圧 PF は、燃圧センサ 15 により検出されて ECU 20 に送信され、ECU 20 によりフィードバック制御などが行われる。インジェクタ 12 は、燃料レール 13 内の高圧の燃料を内燃機関の燃焼室 11 内に直接供給する。

図 2 において、前述と同様のものについては、同一符号を付して詳述を省略する。

#### 【0042】

クランクシャフト 16 には、クランクシャフト 16 と一体で回転するクランク角検出用のセンサプレート 18a が取り付けられており、センサプレート 18a の外周部には、所定のクランク角位置に対応するように複数の突起（図示せず）が設けられている。

クランク角センサ 18 は、センサプレート 18a 上の突起がクランク角センサ 18 を横切るときに、クランクシャフト 16 の回転位置に対応したクランク角信号 SGT を生成する。

#### 【0043】

内燃機関 21 の燃焼室 11 には、吸気バルブおよび排気バルブを介して、吸気管 22 および排気管 23 が連通されている。

吸気管 22 には、内燃機関 21 の吸入空気を浄化するエアクリーナ 24 と、内燃機関 21 の吸入空気量を計測するエアフローセンサ 25 と、吸入空気量を増減して内燃機関 21 の出力を調節するスロットルバルブ 26 とが設けられている。



**【0044】**

内燃機関 21 の燃焼室 11 には、点火コイル 27 により放電駆動される点火プラグ 28 が設けられている。

点火コイル 27 は、ECU 20 の制御下で通電遮断されることにより、点火プラグ 28 に高電圧エネルギーを供給し、点火プラグ 28 は、内燃機関 21 の燃焼室 11 内の混合気を燃焼させるための火花を発生する。

**【0045】**

インジェクタ 12 は、エアフローセンサ 25 で計測された吸入空気量に見合った燃料を燃焼室 11 内に直接供給する。

排気管 23 は、燃焼室 11 内で燃焼した排気ガスを排出する。

排気管 23 には、排気ガス内の残存酸素量を検出する O<sub>2</sub> センサ 29 と、排気ガス内の有害ガス (THC、CO、NO<sub>x</sub>) を同時に浄化するための三元触媒 30 が設けられている。

**【0046】**

一方、カムシャフト 17 側には、吸気バルブまたは排気バルブの開閉タイミングを可変制御するためのアクチュエータ (バルブタイミング調整装置) 31 が設けられている。

アクチュエータ 31 は、ECU 20 の制御下で、オイルコントロールバルブ (以下、「OCV」と記す) 32 により調整駆動され、クランク角に対するカム角の相対位相を可変設定するようになっている。

OCV 32 は、カム位相可変用のアクチュエータ 31 に対する油圧を切り換えて、カム角の相対位相を制御する。

**【0047】**

カム角センサ 19 は、クランク角センサ 18 と同様に、カムシャフト 17 と一体で回転するセンサプレート突起 (図示しない) によりカム角信号 SGC を生成する。

ECU 20 は、各種センサからの入力情報 (内燃機関 21 の運転状態) に基づいて、燃料タンク 1 内の低圧ポンプ 2、高圧ポンプ 5、インジェクタ 12、点火コイル 27 および OCV 32 のみならず、内燃機関 21 に関連した各種アクチュエータを制御している。

**【0048】**

図 3 はこの発明の実施の形態 1 によるバルブタイミング最遅角制御時での動作を示すタイミングチャートであり、クランク角信号 SGT、カム角信号 SGC、スピル弁 9 内のコイル 9c に対する制御信号およびポンプカム 10 のストローク (駆動状態) の相互関係を示している。

図 3 において、スピル弁 9 の制御信号は、カム角信号 SGC に応じて ON され、制御信号の ON 周期は、カム角信号 SGC のパルス間周期  $AWsgc$  (180 [degCA]) を用いて決定される。

**【0049】**

後述するように、カム角信号 SGC の次の予測周期  $Tf$  は、今回周期  $T[n]$  から前回周期  $T[n-1]$  を減算した値を今回周期  $T[n]$  に加算することにより算出される。

また、スピル弁 9 の ON 継続時間は、予測周期  $Tf$  をカム角信号 SGC のパルス間角度  $AWsgc$  で除算して、スピル弁 9 の ON 継続角度  $AWspl$  を乗算することにより算出される。

スピル弁 9 は制御信号の ON 時に開弁されて吸入側と連通するので、制御信号の OFF 時のみが燃料吐出用の有効ストロークとなる。

**【0050】**

クランク角信号 SGT は、クランク角 10 [degCA] 毎に立ち上がるパルス信号からなり、各気筒 (#1 ~ #4) の所定クランク角位置において、パルス信号を生成しない「欠け歯部分」を有している。

すなわち、#1、#4 気筒に対しては、クランク角位置 B100 (上死点 TDC の手前 90 [degCA]) に欠け歯部分を有し、#2、#3 気筒に対しては、クランク角位置 B100、B110 (上死点 TDC の手前 100 [degCA]) に欠け歯部分を有して

いる。

#### 【0051】

カム角信号SGCは、各気筒の所定クランク角位置B100で立ち上がるパルス信号からなり、#3、#4気筒に対しては、クランク角位置B140（上死点TDCの手前140 [degCA]）で立ち上がるパルス信号が追加される。

#### 【0052】

高圧ポンプ5のピストン7（図1参照）は、ポンプカム10の登り山（図3内の波形参照）に応じて上昇する。このとき、高圧ポンプ5は吐出行程となり、増圧室8の容積は小さくなり、増圧室8内の燃料は圧縮される。

高圧ポンプ5の吐出行程において、スピル弁9の制御信号がONの場合には、前述のようにスピル弁9が開弁されて、燃料が吸入側にリターンされるので、燃料レール13側への燃料吐出は行われない。

したがって、高圧ポンプ5が吐出行程であっても、スピル弁9の制御信号のOFF条件を満たした場合のみに、スピル弁9が閉弁されて、燃料レール13側への燃料の有効吐出が行われる（図3参照）。

#### 【0053】

スピル弁9の制御信号は、カム角信号SGCのパルス信号B100でONされ、必要燃料量から算出したON時間経過後にOFFされる。

スピル弁9のON/OFF期間を制御することにより、有効ポンプ吐出量を制御して、燃料レール13内の燃圧PFを制御することができる。

#### 【0054】

すなわち、ECU20内の燃圧制御手段は、カム角信号SGCの位置B100の信号でスピル弁9をONし、演算された吐出量に応じたタイミングでスピル弁9をOFFする。

このとき、スピル弁9のOFFからポンプカム10のトップ位置B150までが有効吐出ストロークとなる。

#### 【0055】

具体的には、スピル弁9を制御タイミングとなるカム角信号SGCのパルス位置（センサプレート歯位置）B100を、ポンプカム10のトップ位置B150からボトム位置B60（上死点TDCの手前60 [degCA]）までの吸入行程に配置し、スピル弁9の制御位置B100においてはスピル弁9をONし、スピル弁9をOFFするタイミングのみをタイマ制御する。

#### 【0056】

なお、ポンプカム10のトップ位置B150からボトム位置B60までの間の吸入行程において、スピル弁9は、開状態または閉状態のどちらでも良いので、吸入行程間でスピル弁9をONして開弁すれば良い。

これにより、スピル弁9をOFFするタイミングのみタイマで制御すれば良いので、シンプルな制御を用いて制御精度は良好となる。

#### 【0057】

図4はこの発明の実施の形態1によるバルブタイミング最進角制御時での動作を示すタイミングチャートである。

この場合、バルブタイミング調整用（カム位相可変用）のアクチュエータ31は、クランク角50 [degCA] まで進角可能なものとする。

#### 【0058】

図4において、クランク角に対するカム角の相対位相の最進角位置は、最遅角位置からクランク角50 [degCA] だけ進角した位置となり、これに応じてカム角信号SGCの位置およびポンプカム10のタイミングが設定される。

すなわち、カム角信号SGCは、各気筒の所定クランク角位置B150（上死点TDCの手前150 [degCA]）で立ち上がるパルス信号となり、#3、#4気筒に対しては、クランク角位置B190（上死点TDCの手前190 [degCA]）で立ち上がるパルス信号が追加される。

## 【0059】

このとき、スピル弁 9 の制御信号はカム角信号 SGC により ON/OFF されるので、バルブタイミングの変更によるポンプカム 10 の動作位置シフトにともない、スピル弁 9 の制御タイミングも同様にシフト変更される。したがって、バルブタイミングの変更時に、特に補正などを行う必要はない。

## 【0060】

図 5 はこの発明の実施の形態 1 による燃圧制御手段を概略的に示す機能ブロック図である。

図 5 に示す高压ポンプ 5 による燃圧制御は、カム角信号 SGC によるスピル弁 9 の制御タイミング毎に、ECU 20 により実行される。

## 【0061】

図 5 において、ECU 20 内の燃圧制御手段は、内燃機関 21 の運転状態変化に応じて目標燃圧  $P F_o$  を算出する目標燃圧算出部 201 と、前回目標燃圧  $P F_o (n-1)$  を算出する遅延回路 202 と、目標燃圧  $P F_o$  と前回目標燃圧  $P F_o (n-1)$  との目標燃圧偏差  $\Delta P F_o (=P F_o - P F_o (n-1))$  を算出する減算部 203 と、目標燃圧偏差  $\Delta P F_o$  からポンプ吐出量  $Q F_o$  をマップ演算する LUT (ルックアップテーブル) 204 と、ポンプ吐出量  $Q F_o$  と前回持ち越し量  $Q F_o (n-1)$  とを加算してフィードフォワード量  $Q F_f$  を算出する加算部 205 と、インジェクタ流量  $Q J$  を算出するインジェクタ流量算出部 206 と、フィードフォワード量  $Q F_f$ 、インジェクタ流量  $Q J$  およびフィードバック量  $Q F_b$  を加算して総吐出量  $Q F_s$  を算出する加算部 207 とを備えている。

## 【0062】

また、燃圧制御手段は、燃圧センサ 15 により検出された燃圧  $P F$  を取り込む燃圧入力部 208 と、目標燃圧  $P F_o$  と実際に検出された燃圧  $P F$  との燃圧偏差  $\Delta P F (=P F_o - P F)$  を算出する減算部 209 と、燃圧偏差  $\Delta P F$  に対して比例ゲイン  $P g a i n$  および積分ゲイン  $I g a i n$  で演算を施す比例演算部 210 および積分演算部 211 と、前回積分値  $P F_i (n-1)$  を算出する遅延回路 212 と、積分演算部 211 の出力値と前回積分値  $P F_i (n-1)$  とを加算して積分演算量  $P F_i$  を算出する加算部 213 と、積分演算量  $P F_i$  と比例演算部 210 からの比例演算量  $P F_p$  とを加算してフィードバック量  $Q F_b$  を算出する加算部 214 と、総吐出量  $Q F_s$  から今回の吐出量  $Q F_r$  をマップ演算する演算部 215 と、吐出量偏差 (次回持ち越し量)  $\Delta Q F$  から前回持ち越し量  $Q F_o (n-1)$  を算出する遅延回路 216 と、総吐出量  $Q F_s$  と今回の吐出量  $Q F_r$  との吐出量偏差  $\Delta Q F (=Q F_s - Q F_r)$  を算出する減算部 217 と、今回の吐出量  $Q F_r$  をスピル弁 9 の制御角度  $\phi_s$  (コイル 9c の制御信号に対応) に変換する制御信号生成部 18 とを備えている。

## 【0063】

図 6 は制御角度  $\phi_s$  に関連した具体的な制御内容を示すフローチャートである。

図 6 において、ECU 20 は、まず、スピル弁 9 の制御信号を ON にする (ステップ S1)。

続いて、カム角信号 SGC の今回のパルス間周期  $T [n]$  から前回周期  $T [n-1]$  を減算した値を今回周期に加算し、以下の式 (8) のように、次の予測周期  $T f$  を算出する (ステップ S2)。

## 【0064】

$$T f = T [n] + (T [n] - T [n-1]) \cdots (8)$$

## 【0065】

続いて、予測周期  $T f$  をカム角信号 SGC のパルス間角度  $A W s g c$  で除算し、スピル弁 9 の ON 継続角度  $A W s p l$  を乗算して、以下の式 (9) のように、スピル弁 9 の ON 継続時間  $T W s p l$  を算出する (ステップ S3)。

## 【0066】

$$T W s p l = T f / A W s g c \times A W s p l \cdots (9)$$

## 【0067】

最後に、式(9)で算出したスピル弁9のON継続時間 $T_{Wsp1}$ をタイマカウンタにセットし(ステップS4)、図6の処理ルーチンを終了してリターンする。

以下、設定されたタイマカウンタは、デクリメントされ、カウントダウンが完了してON継続時間 $T_{Wsp1}$ に達した(設定時間が経過した)後に、スピル弁9はOFFされる。

#### 【0068】

カム角信号SGCのパルス間角度 $A_{Wsgc}$ は、クランク角180[degCA]である。

このように、各パルスが等間隔に配設されたカム角信号SGCを用いてスピル弁9を制御することにより、吸入または吐出の各行程によらず、同一の演算方法を適用することができる。

#### 【0069】

ところで、カム角信号SGCのパルス間角度 $A_{Wsgc}$ は、クランク角180[degCA]であるが、カム角センサ19のセンサプレートの加工ばらつきなどにより、±1[degCA]程度の製造誤差が生じる。

このような加工ばらつきに対して処置を施さないと、スピル弁9の制御タイミングも変動するので、制御燃圧を目標燃圧 $P_{F0}$ と一致させることができなくなってしまう。

#### 【0070】

したがって、高精度の燃圧制御を維持するために、カム角センサ19のセンサプレートの加工ばらつきを相殺するための補正処理を行う。

たとえば、クランク角信号SGTの周期が一定の場合には、内燃機関21の回転速度が一定であることから、カム角信号SGCの周期変動は、カム角センサ19のセンサプレートの誤差による変動と見なすことができる。

#### 【0071】

したがって、スピル弁9のON継続時間 $T_{Wsp1}$ の算出時において、クランク角信号SGTの周期一定時に検出されたカム角信号SGCの周期変動(誤差成分)を加算または減算することによって、カム角センサ19のセンサプレート製造誤差などを補正することができる。

#### 【0072】

このように、カム角信号SGCを用いてスピル弁9の開閉タイミングを制御することにより、クランク角信号SGTを用いた場合のバルブタイミング制御時での補正が不要となり、バルブタイミング変化に対して特に補正することなく高精度の燃圧制御が可能となり、制御性を確保しつつ制御を簡略化することができる。

また、カム角信号SGCの予測周期 $T_f$ を推定演算して、次のスピル弁9の開閉タイミングを制御することにより、内燃機関21の過渡時においても安定した燃圧制御性を確保することができ、高精度の燃圧制御が可能となる。

また、カム角信号SGCの等間隔のパルス信号に基づいてスピル弁9を制御することにより、カム角センサ19の配設位置の違いによる補正が不要となり、カム角信号SGC毎に補正する必要がなく、高精度の燃圧制御が可能となる。

また、スピル弁9を制御するカム角信号SGCを、高圧ポンプ5の吸入行程に配設することにより、高圧ポンプ5の有効吐出の開始または終了の片側を制御するのみで高圧ポンプ5の吐出量を制御することができ、燃圧制御性を低下させることなく、制御が簡略化することができる。

また、センサプレート18aの欠け歯部分を高圧ポンプ5の吸入行程に配設することにより、スピル弁9の制御タイミングをクランク角信号SGTで補正する場合の精度を向上させることができる。

また、カム角センサ19のセンサプレート製造時に生じ得る突起の加工ばらつきなどに起因したカム角信号SGCの出力タイミングのばらつきを補正して、スピル弁9の開閉タイミングを制御することにより、カム角信号SGCの出力位置変動によるスピル弁9の開閉タイミング変動が補正され、高精度で安定した燃圧制御が可能となる。

さらに、燃圧制御精度が向上することにより、内燃機関 21 での燃焼が安定し、排ガス成分、燃費およびドライバビリティが向上する。

#### 【0073】

実施の形態 2.

なお、上記実施の形態 1 では、制御信号の ON/OFF タイミングからスピル弁 9 のバルブ部 9a が実際に ON/OFF 動作するまでの作動遅れ期間（無駄時間）について考慮しなかったが、無駄時間による制御誤差の発生を回避した処理を施してもよい。

以下、図 7～図 10 のタイミングチャートを参照しながら、無駄時間への対策を施したこの発明の実施の形態 2 について説明する。

#### 【0074】

図 7～図 10 においては、スピル弁 9 の制御信号（ON/OFF）に応答して変化するスピル弁 9 の電流値およびストローク（0%～100%）が、無駄時間  $\tau 1$ 、 $\tau 1a \sim \tau 1c$  および  $\tau 2$  とともに示されている。

図 7 は無駄時間  $\tau 1$  によって燃圧制御誤差が生じる状態を示し、図 8～図 10 は無駄時間  $\tau 1a \sim \tau 1c$  への対策を施した状態を示している。

#### 【0075】

前述（図 3 参照）のように、カム角信号 SGC のパルス位置 B100 でスピル弁 9 を ON させ、演算された吐出量に応じたタイミングでスピル弁 9 を OFF させることにより、スピル弁 9 の OFF からポンプカム 10 のトップ位置 B150 までが有効吐出となる。

また、スピル弁 9 の制御位置 B100 を吸入行程に配置し、制御位置 B100 でスピル弁 9 を ON し、タイマ制御によりスピル弁 9 を OFF する。このとき、吸入行程においては、スピル弁 9 の開閉状態はどちらでも良いので、スピル弁 9 を吸入行程間で ON することで、スピル弁 9 の OFF タイミングのみがタイマ制御される。

#### 【0076】

図 7 に示すように、スピル弁 9 は制御信号が ON または OFF してから実際にバルブ部 9b が作動するまでの無駄時間  $\tau 1$ 、 $\tau 2$  が存在する。

無駄時間  $\tau 1$ 、 $\tau 2$  は時間的要素であり、クランク角（または、カム角）に対しては、内燃機関 21 の回転速度の変化として現れる。

たとえば、スピル弁 9 の制御信号が ON となってから、実際にスピル弁 9 が ON 状態となるまでの無駄時間  $\tau 1$  が 1 [msec] である場合に、内燃機関 21 の回転速度が 6000 [rpm] であれば、クランク角 36 [degCA] だけ経過することになる。

#### 【0077】

このとき、無駄時間  $\tau 1$  に相当するクランク角度が、スピル弁 9 のカム角信号 SGC の制御位置 B100 からポンプカム 10 のボトム位置 B60 までの区間よりも長い場合には、ポンプカム 10 のボトム位置 B60 からスピル弁 9 が実際に ON 状態となるまでは、増圧室 8 内の燃料が吸入側にリリース（解放）されずに、燃料レール 13 側に吐出されることとなる。したがって、無駄時間  $\tau 1$  の相当分だけ吐出量が多くなり、燃圧制御の精度が悪化してしまう。

#### 【0078】

したがって、スピル弁 9 の制御位置 B100 から、ポンプカム 10 のボトム位置 B60 までのクランク角度は、スピル弁 9 の無駄時間  $\tau 1$  に相当するクランク角度よりも大きく設定する必要がある。

#### 【0079】

また、スピル弁 9 の制御においては、スピル弁 9 の駆動回路に昇圧回路を設け、バッテリー電圧 14 [V] を 100 [V] に昇圧してスピル弁 9 を駆動する場合があるが、このとき、バッテリー電圧 14 [V] から 100 [V] への昇圧には長い時間を要する。

#### 【0080】

たとえば、図 8 においては、スピル弁 9 の制御信号の OFF 期間が十分に長いので、スピル弁 9 の制御信号を ON するまでに十分に昇圧されることから、無駄時間  $\tau 1a$  は比較的短い。

一方、図8から図9へ、さらに、図9から図10へと、スピル弁9の制御信号のOFF期間が短くなるにつれて、昇圧が十分でなくなることから、無駄時間は $\tau 1a$ から $\tau 1b$ へ、さらに、 $\tau 1c$ へと、順次長くなる。

#### 【0081】

たとえば、昇圧時間が1.2[msec]の場合に、回転速度が6000[rpm]であれば、昇圧時間1.2[msec]に相当するクランク角度は43.2[degCA]である。

このとき、ポンプカム10のトップ位置B150からスピル弁9の制御位置B100までのクランク角度は、少なくとも43.2[degCA]だけ必要である。

#### 【0082】

上記運転状態で、もし、ポンプカム10のトップ位置B150からスピル弁9の制御位置B100までのクランク角度が43.2[degCA]以下であれば、スピル弁9のON時の無駄時間が大きくなって、スピル弁9の動作が遅れるので、この遅れ時間（無駄時間）だけリリース（解放）できなくなり、ポンプの吐出量が増加して燃圧制御精度が悪化する。

#### 【0083】

しかし、スピル弁9のOFF期間を、昇圧に要する時間分のクランク角度よりも大きくすることにより、十分な昇圧が得られて、目標通りのポンプ吐出量が得られるので、燃圧制御精度が悪化することはなく、高精度の制御を維持することができる。

すなわち、スピル弁9の制御を行うカム角信号SGCのパルスタイミングから高压ポンプ5の吸入行程開始まで（または、高压ポンプ5の吸入行程開始からスピル弁9の制御を行うカム角信号SGCまで）の期間を、スピル弁9の応答遅れによる無駄時間（スピル弁9が正常な応答性で制御可能となるまでの期間）よりも大きく設定することにより、スピル弁9の応答遅れによる高压ポンプ5の吐出量不良を防止することができ、高精度の燃圧を制御することができる。

#### 【0084】

実施の形態3.

なお、上記実施の形態1、2では、内燃機関21の各行程（吸気、圧縮、燃焼、排気）に起因した回転速度の周期変動について特に考慮しなかったが、内燃機関21の各行程による回転速度の周期変動を考慮した処理を施してもよい。

以下、図11および図12のフローチャートとともに、図13のタイミングチャートを参照しながら、回転速度の周期変動への対策を施したこの発明の実施の形態3について説明する。

#### 【0085】

周知のように、内燃機関21においては、吸気、圧縮、燃焼、排気の各行程があるために、回転速度に周期変動が発生する。

たとえば、内燃機関21が4気筒の場合には、各死点（上死点、下死点）毎に角速度が最小となり、各死点のほぼ中間で角速度が最大となる。また、周期変動の大きさは、内燃機関21の負荷によっても変化する。

#### 【0086】

したがって、前述のように、単に、クランク角180[degCA]毎の周期から時間予測して制御する方法では、周期変動の影響により制御精度が損なわれるおそれがある。

以下、内燃機関21の各行程によって回転速度の周期変動が存在しても、高精度の燃圧制御を可能としたこの発明の実施の形態3による制御処理について説明する。

#### 【0087】

図11および図12はスピル弁9のON/OFF制御処理（割込処理）を示しており、図11の割込処理は、図3内のカム角信号SGCのパルス信号B100毎に実行される割込処理であり、図12の割込処理は、図3内のクランク角信号SGTのパルスタイミング毎に実行される割込処理である。

#### 【0088】

図11において、まず、スピル弁9に対する制御信号をONにして、スピル弁9をONさせる(ステップS11)。

このとき、前述のように、制御信号がON状態の場合には、スピル弁9が開弁状態となるので、高圧ポンプ5から燃料レール13への燃料供給は行われない。

【0089】

次に、図11の割込処理が実行されているカム角信号SGCのクランク角度Asgcを算出する(ステップS12)。

このとき、ECU20は、クランク角信号SGTの10度毎のパルス信号に基づいて気筒を識別する必要があるため、カム角信号SGCの各パルス信号のクランク角度を把握している。この場合、図3(図4)のように、クランク角信号SGTに欠け歯部分が設定されているので、確実に気筒毎のクランク角度を把握することができる。

【0090】

たとえば図13は、#1気筒の動作に対応したクランク角信号SGTおよびカム角信号SGCに関連付けて、スピル弁9の制御信号とポンプカム10のストローク動作との関係を示している。

カム角信号SGCのクランク角度asgc [degCA]は、以下の式(10)により算出される。

【0091】

$$asgc = asgt - (tsgc / tsgt \times 20) \cdots (10)$$

【0092】

ただし、式(10)において、asgtはクランク角信号SGTのクランク角度[degCA]、tsgcはクランク角信号SGTのパルスタイミングからカム角信号SGCのパルスタイミングまでの時間[msec]、tsgtはクランク角信号SGTのパルスタイミングからクランク角信号SGCの次のパルスタイミングまでの時間[msec]である。

【0093】

式(10)において、(tsgc / tsgt)に乗算している数値「20」は、クランク角センサ18に対向するセンサプレート18a上の突起間の角度に相当している。

図13においては、欠け歯部分「1歯欠け部分」間にカム角信号SGCのパルスが存在するので、20[degCA]である。一方、「欠け歯無し」の部分においては、10[degCA]であり、「2歯欠け部分」においては、30[degCA]となる。

【0094】

続いて、スピル弁9をONする期間のクランク角度AWsplを算出する(ステップS13)。ステップS13の処理は、前述の図5に示す機能ブロックにより実行される。

次に、カム角信号SGCのクランク角度Asgcからスピル弁9のON期間AWsplを減算して、以下の式(11)によりスピル弁9をOFFするクランク角度Asplofを算出し(ステップS14)、図11の処理ルーチンを終了してリターンする。

【0095】

$$Asplof = Asgc - AWspl \cdots (11)$$

【0096】

なお、クランク角度の値は、上死点TDCを基準に、上死点TDCの手前(B)の角度として表しているもので、回転方向に進むにつれて小さくなる。

【0097】

次に、図12の処理ルーチンについて説明する。

まず、図12の割込処理が実行されているクランク角度Asgtがスピル弁9のOFF角度Asplof以下であるか否かを判定し(ステップS21)、 $Asgt \leq Asplof$ (すなわち、YES)と判定されれば、スピル弁9をOFFするクランク角度を既に越えてしまっているので、スピル弁9をOFFして(ステップS27)、図12の処理ルーチンを終了してリターンする。

【0098】

一方、ステップS21において、 $Asgt > Aspl of$  (すなわち、NO) と判定されれば、続いて、次のクランク角信号SGTのクランク角度 $Asgt[i+1]$ がスピル弁9のOFF角度 $Aspl of$ よりも小さいか否かを判定する(ステップS22)。

ステップS22において、 $Asgt[i+1] \geq Aspl of$  (すなわち、NO) と判定されれば、直ちに図12の処理ルーチンを終了してリターンする。

【0099】

一方、ステップS21において、 $Asgt[i+1] < Aspl of$  (すなわち、YES) と判定されれば、今回のクランク角度 $Asgt$ からスピル弁9のOFF角度 $Aspl of$ を減算して、以下の式(12)のように、残りの角度 $AWrem$ を算出する(ステップS23)。

【0100】

$$AWrem = Asgt - Aspl of \cdots (12)$$

【0101】

続いて、図13に参照されるように、クランク角信号SGTの各パルス検出タイミングに基づいて、今回のパルス間の時間 $t[n]$ から前回のパルス間の時間 $t[n-1]$ を減算した値を、今回のパルス間の時間 $t[n]$ に加算して、以下の式(13)のように、次のパルス間の予測時間 $tf$ を算出する(ステップS24)。

【0102】

$$tf = t[n] + (t[n] - [n-1]) \cdots (13)$$

【0103】

次に、次のクランク角信号SGTでの予測時間 $tf$ を、前回のクランク角信号SGTから今回のクランク角信号SGTまでの角度 $AWsgt$ で除算し、残り角度 $AWrem$ を乗算して、以下の式(14)のように、残り時間 $TWrem$ を算出する(ステップS25)。

【0104】

$$TWrem = tf / AWsgt \times AWrem \cdots (14)$$

【0105】

最後に、残り時間 $TWrem$ をタイマカウンタにセットし(ステップS26)、図12の処理ルーチンを終了してリターンする。

こうして、タイマカウンタに残り時間 $TWrem$ がセットされると、タイマカウンタがデクリメントされ、カウントダウンが完了して残り時間 $TWrem$ が経過した後に、スピル弁9はOFFされる。

【0106】

スピル弁9の制御タイミングのクランク角度は、 $0 \sim 180 [deg CA]$  間(上死点TDCから下死点までの間)で表される。たとえば、 $-10 [deg CA]$  は、次行程の $170 [deg CA]$  となる。

【0107】

このように、スピル弁9のON角度からクランク角信号SGTのパルスを計数して経過角度を求め、残り角度 $AWrem$ をタイマカウンタにより時間制御することにより、正確なタイミングでスピル弁9をOFFすることができ、内燃機関21の各行程による回転変動が発生しても、燃圧が変動しないように制御することができる。

すなわち、カム角信号SGCによりスピル弁9の制御タイミングを決定するとともに、クランク角信号SGTを計数して制御することにより、スピル弁9の制御タイミング精度が向上し、高精度の燃圧制御が可能となる。

【0108】

実施の形態4.

なお、上記実施の形態1～3では、内燃機関21の回転速度について特に考慮しなかったが、内燃機関21の低回転運転状態のみにおいてクランク角信号SGTを計数してもよい。

以下、図14および図15のフローチャートを参照しながら、低回転運転状態のみにお



いてクランク角信号SGTを計数したこの発明の実施の形態4について説明する。

図14の割込処理は、スピル弁9を制御するためのカム角信号SGCに応答して実行され、図15の割込処理は、クランク角信号SGTのパルスタイミング毎に実行される。

#### 【0109】

一般に、中回転、高回転の運転状態においては、アイドル付近の低回転の運転状態よりも回転速度が安定しているので、クランク角信号SGTを計数してスピル弁9を制御することの効果が少ない。

また、高回転の運転状態においては、ECU20の演算負荷が増大するので、低回転のみにいてクランク角信号SGTを計数することで演算負荷を軽減することができる。

また、中回転以上の運転状態においては、バルブタイミング制御装置が作動するので、バルブタイミング制御装置の過渡動作時には、燃圧制御がかえって悪化する場合があり得る。

したがって、低回転の運転状態のみにいて、クランク角信号SGTを計数することが望ましい。

#### 【0110】

図14において、まず、スピル弁をONし(ステップS31)、スピル弁9をONする期間のクランク角度AWsplを算出する(ステップS32)。

ステップS32の処理は、前述(図11参照)のステップS13に対応しており、図5に示す機能ブロックにより実行される。

#### 【0111】

次に、回転速度Neが所定回転速度Kn(たとえば、アイドル運転状態の判定基準となる1000[rpm])よりも大きいか否かを判定し(ステップS33)、 $Ne \leq Kn$ (すなわち、NO)と判定されれば、カム角信号SGCのクランク角度Asgcを算出する(ステップS34)。

また、カム角信号SGCのクランク角度Asgcからスピル弁9のON期間AWsplを減算して、前述(図11参照)のステップS14と同様の式(11)により、スピル弁9をOFFするクランク角度Aspl ofを算出し(ステップS35)、図14の処理ルーチンを終了してリターンする。

#### 【0112】

一方、ステップS33において、 $Ne > Kn$ (すなわち、YES)と判定されれば、スピル弁9をONする期間のクランク角度AWsplから、スピル弁9をONする時間TWsplを算出し(ステップS36)、ON時間TWsplをタイマカウンタにセットして(ステップS37)、図14の処理ルーチンを終了してリターンする。

#### 【0113】

次に、図15の処理ルーチンについて説明する。

まず、回転速度Neが所定回転速度Kn(たとえば、1000[rpm])よりも大きいか否かを判定し(ステップS41)、 $Ne > Kn$ (すなわち、YES)と判定されれば、直ちに図15の処理を終了してリターンする。

#### 【0114】

一方、ステップS41において、 $Ne \leq Kn$ (すなわち、NO)と判定されれば、続いて、図15の割込処理が実行されているクランク角度Asgtがスピル弁9のOFF角度Aspl of以下であるか否かを判定し(ステップS42)、 $Asgt \leq Aspl of$ (すなわち、YES)と判定されれば、スピル弁9をOFFするクランク角度を既に越えてしまっているので、スピル弁9をOFFして(ステップS48)、図15の処理を終了してリターンする。

#### 【0115】

一方、ステップS42において、 $Asgt > Aspl of$ (すなわち、NO)と判定されれば、続いて、次のクランク角信号SGTのクランク角度Asgt[i+1]がスピル弁9のOFF角度Aspl ofよりも小さいか否かを判定し(ステップS43)、 $Asgt[i+1] \geq Aspl of$ (すなわち、NO)と判定されれば、直ちに図15の処理

を終了してリターンする。

【0116】

一方、ステップS43において、 $Asgt[i+1] < Aspl of$ （すなわち、YES）と判定されれば、今回のクランク角度 $Asgt$ からスピル弁9のOFF角度 $Aspl of$ を減算して、前述（図12参照）のステップS23と同様の式（12）により、残りの角度 $AWrem$ を算出する（ステップS44）。

【0117】

続いて、前述のステップS24と同様の式（13）により、クランク角信号SGTの今回のパルス間の時間 $t[n]$ から前回のパルス間の時間（ $t[n-1]$ ）を減算した値を、今回の時間（ $t[n]$ ）に加算して、次のパルス間の予測時間 $tf$ を算出する（ステップS45）。

【0118】

また、前述のステップS25と同様の式（14）により、次の予測時間 $tf$ を、クランク角信号SGTの前回パルスから今回パルスまでのクランク角度 $AWsgt$ で除算し、残り角度 $AWrem$ を乗算して、残り時間 $TWrem$ を算出する（ステップS46）。

最後に、残り時間 $TWrem$ をタイマカウンタにセットし（ステップS47）、図15の処理を終了してリターンする。

以下、タイマカウンタがデクリメントされ、残り時間 $TWrem$ だけ経過すると、スピル弁9はOFFされる。

【0119】

なお、ここでは、ステップS33、S41において、回転速度 $Ne$ を所定回転速度 $Kn$ と比較してアイドル運転状態か否かを判定したが、バルブタイミング制御の有無に基づいてアイドル運転状態か否かを判定することもできる。

なぜなら、通常、所定回転速度 $Kn$ 未満のアイドル回転域においては、バルブタイミング制御が実行されない（カム角の相対角度が最遅角位置に固定されている）ので、図14内のステップS33および図15のステップS41を、それぞれ、「VVT実行？」に置き換えることで、同等の制御を実現することができる。

【0120】

このように、VVTが実行されないアイドル運転時（低回転時）のみに、クランク角信号SGTの計数に基づいてスピル弁9を制御することにより、低回転時での回転変動による燃圧制御の悪化を防止することができる。

すなわち、スピル弁9を制御するためにクランク角信号SGTを計数するか否かを、内燃機関21の運転条件に応じて切り換え、必要な運転条件のみににおいて補正することにより、燃圧制御性を低下させることなく、制御を簡略化することができる。

また、バルブタイミング制御装置の非作動時のみににおいて、クランク角信号SGTの計数に基づいてスピル弁9を制御することにより、バルブタイミング制御装置の作動による過渡動作時に、実際の制御方向とは逆方向に燃圧変動が発生するのを防止することができる。このとき、中回転以上の運転状態なので、回転速度 $Ne$ は安定しており、燃圧変動が生じることはない。

すなわち、内燃機関21の回転速度 $Ne$ に応じて、クランク角信号SGTでの補正を実行するか否かを切り換えることにより、たとえばアイドル運転状態での低回転のみににおいて補正して、燃圧変動を抑制することができる。

さらに、バルブタイミング制御装置の制御状態でクランク角信号SGTでの補正を実行するか否かを切り換える（たとえば、バルブタイミング制御装置が過渡的に作動中には補正をしない）ことにより、バルブタイミング制御装置の動作による補正ずれを防止することができ、制御性を向上させることができる。

【0121】

上述した実施の形態3、4においては、スピル弁9をOFFするタイミングを決定するために、クランク角信号SGTのパルスを計数している。また、スピル弁9は、高压ポンプ5の吐出量を制御するものなので、ポンプカム10のボトム位置からポンプカム10の

トップ位置までの吐出行程間で、スピル弁 9 を OFF することにより、有効吐出期間を決定している。

【0122】

さらに、スピル弁 9 を OFF するタイミングがクランク角信号 SGT のパルス間にあれば、スピル弁 9 の OFF タイミングは、クランク角信号 SGT のパルス間の時間から周期予測して設定されるので、クランク角信号 SGT のパルス間隔が狭いほうが精度は良い。したがって、クランク角信号 SGT の欠け歯部分は、ポンプカム 10 のトップ位置からボトム位置までの「高圧ポンプ 5 の吸入行程間」に設定される。これにより、スピル弁 9 の制御精度が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0123】

【図 1】この発明の実施の形態 1 による燃料系を示すブロック構成図である。

【図 2】この発明の実施の形態 1 による内燃機関の周辺構造を示すブロック構成図である。

【図 3】この発明の実施の形態 1 によるバルブタイミング最遅角制御時での動作を示すタイミングチャートである。

【図 4】この発明の実施の形態 1 によるバルブタイミング最進角制御時での動作を示すタイミングチャートである。

【図 5】この発明の実施の形態 1 による燃圧制御手段を概略的に示す機能ブロック図である。

【図 6】この発明の実施の形態 1 による制御角度  $\phi_s$  に関連した具体的な制御内容を示すフローチャートである。

【図 7】この発明の実施の形態 2 による無駄時間  $\tau_1$  によって燃圧制御誤差が生じる状態を示すタイミングチャートである。

【図 8】この発明の実施の形態 2 による無駄時間  $\tau_1 a$  への対策を施した状態を示すタイミングチャートである。

【図 9】この発明の実施の形態 2 による無駄時間  $\tau_1 b$  への対策を施した状態を示すタイミングチャートである。

【図 10】この発明の実施の形態 2 による無駄時間  $\tau_1 c$  への対策を施した状態を示すタイミングチャートである。

【図 11】この発明の実施の形態 3 によるカム角信号 SGC に応じた割込処理を示すフローチャートである。

【図 12】この発明の実施の形態 3 によるクランク角信号 SGT に応じた割込処理を示すフローチャートである。

【図 13】この発明の実施の形態 3 による高圧ポンプ 5 の動作を示すタイミングチャートである。

【図 14】この発明の実施の形態 4 によるカム角信号 SGC に応じた割込処理を示すフローチャートである。

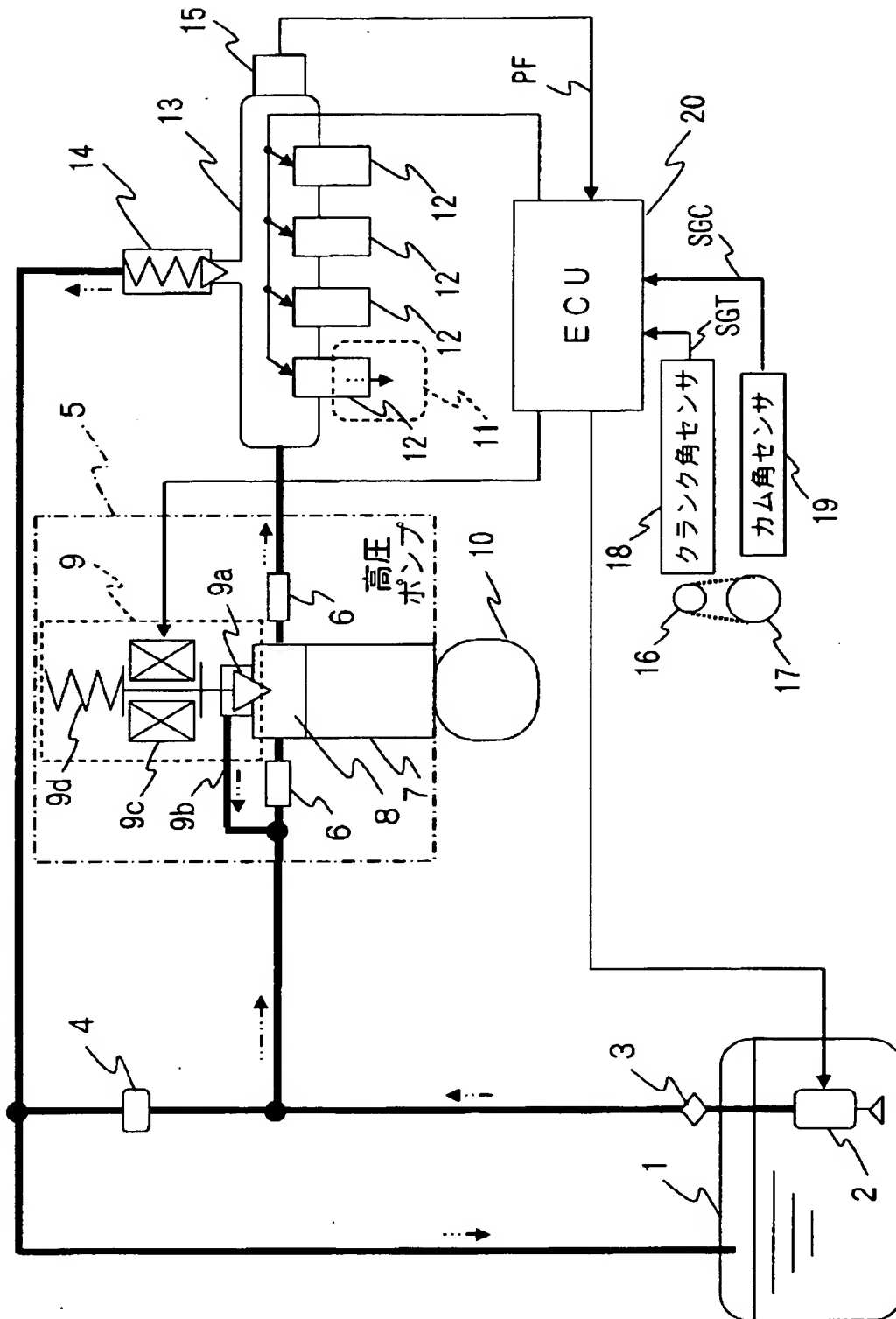
【図 15】この発明の実施の形態 4 によるクランク角信号 SGT に応じた割込処理を示すフローチャートである。

【符号の説明】

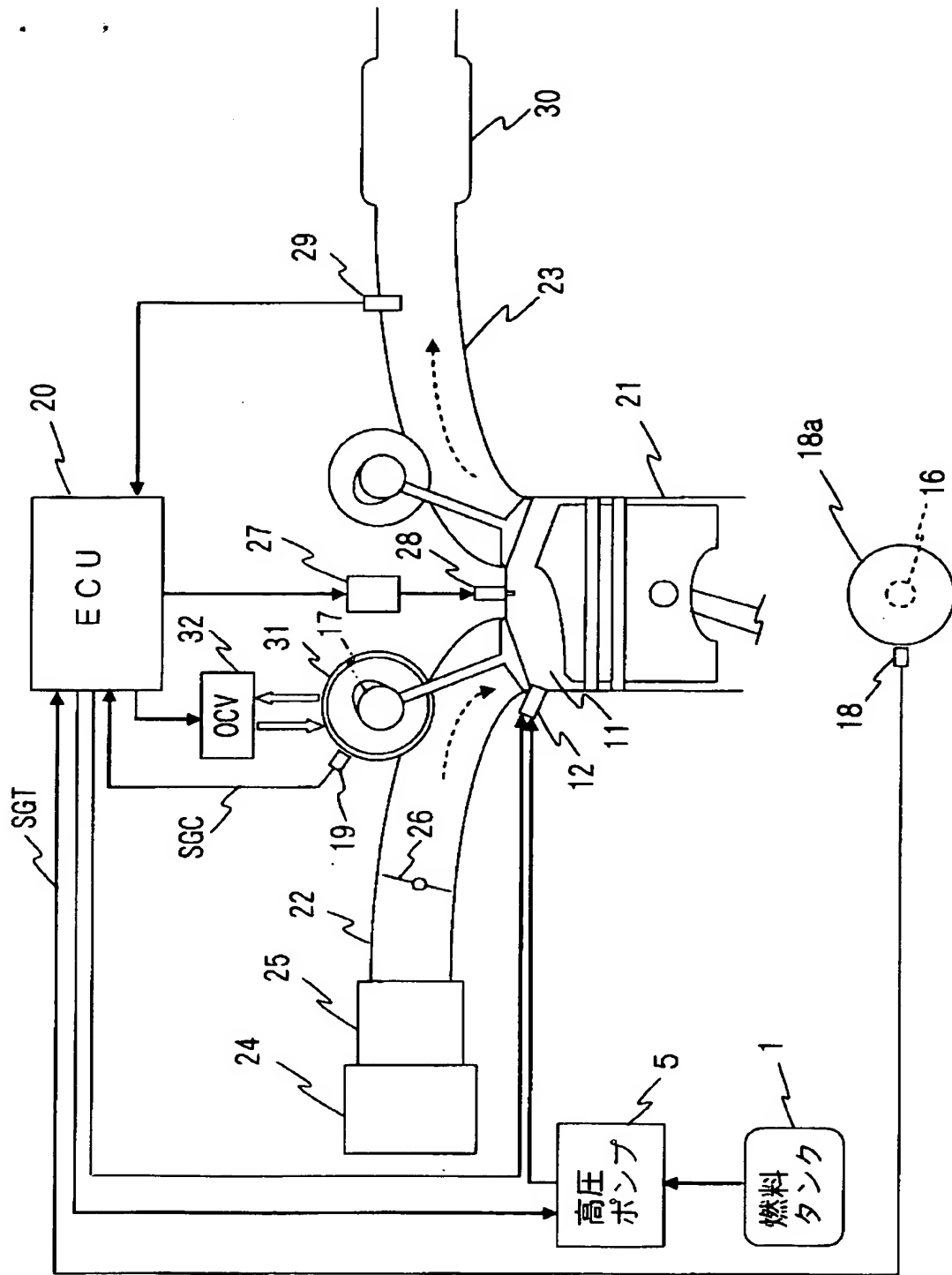
【0124】

1 燃料タンク、5 高圧ポンプ（燃料供給手段）、9 スピル弁、10 ポンプカム、11 燃焼室、12 インジェクタ、15 燃圧センサ、16 クランクシャフト、17 カムシャフト、18 クランク角センサ、18a センサプレート、19 カム角センサ、20 ECU、21 内燃機関、SGC カム角信号、SGT クランク角信号。

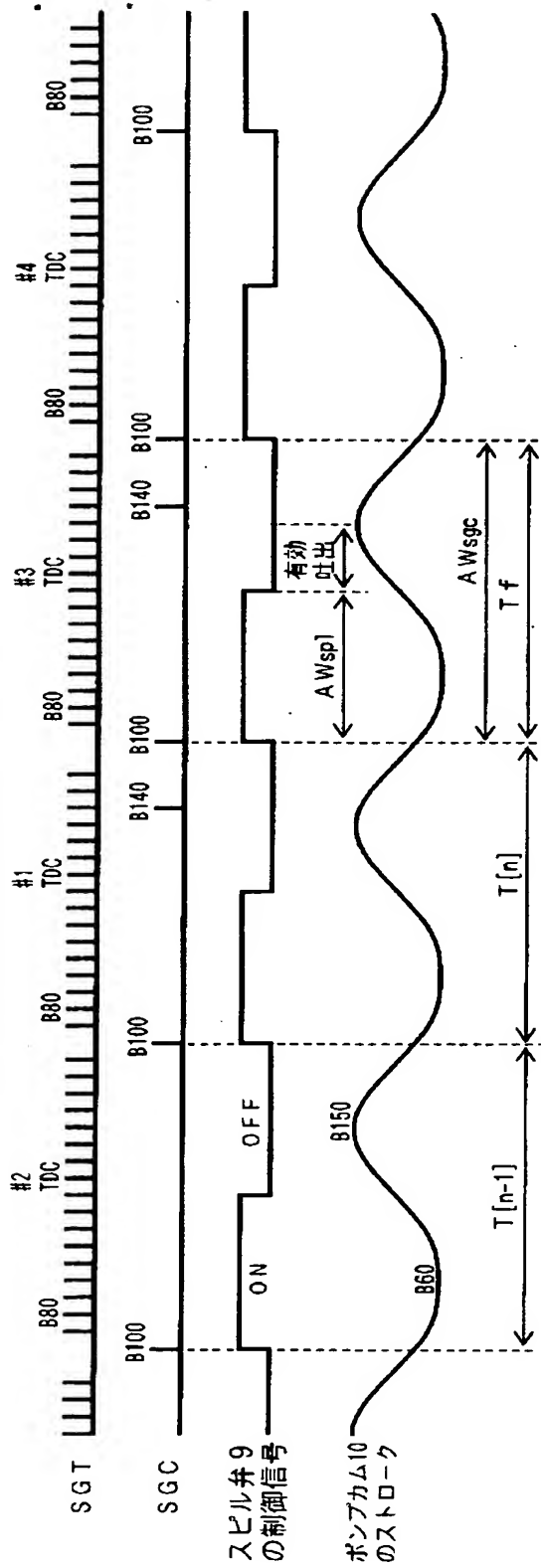
【書類名】 図面  
【図 1】



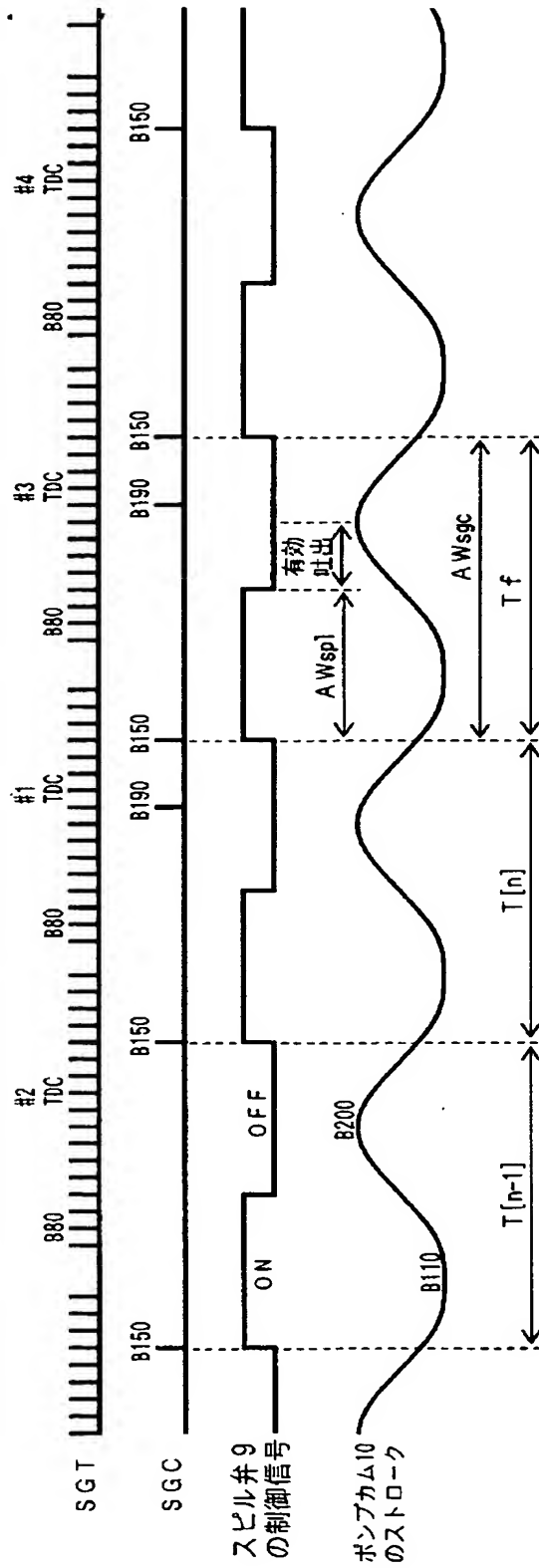
【図 2】



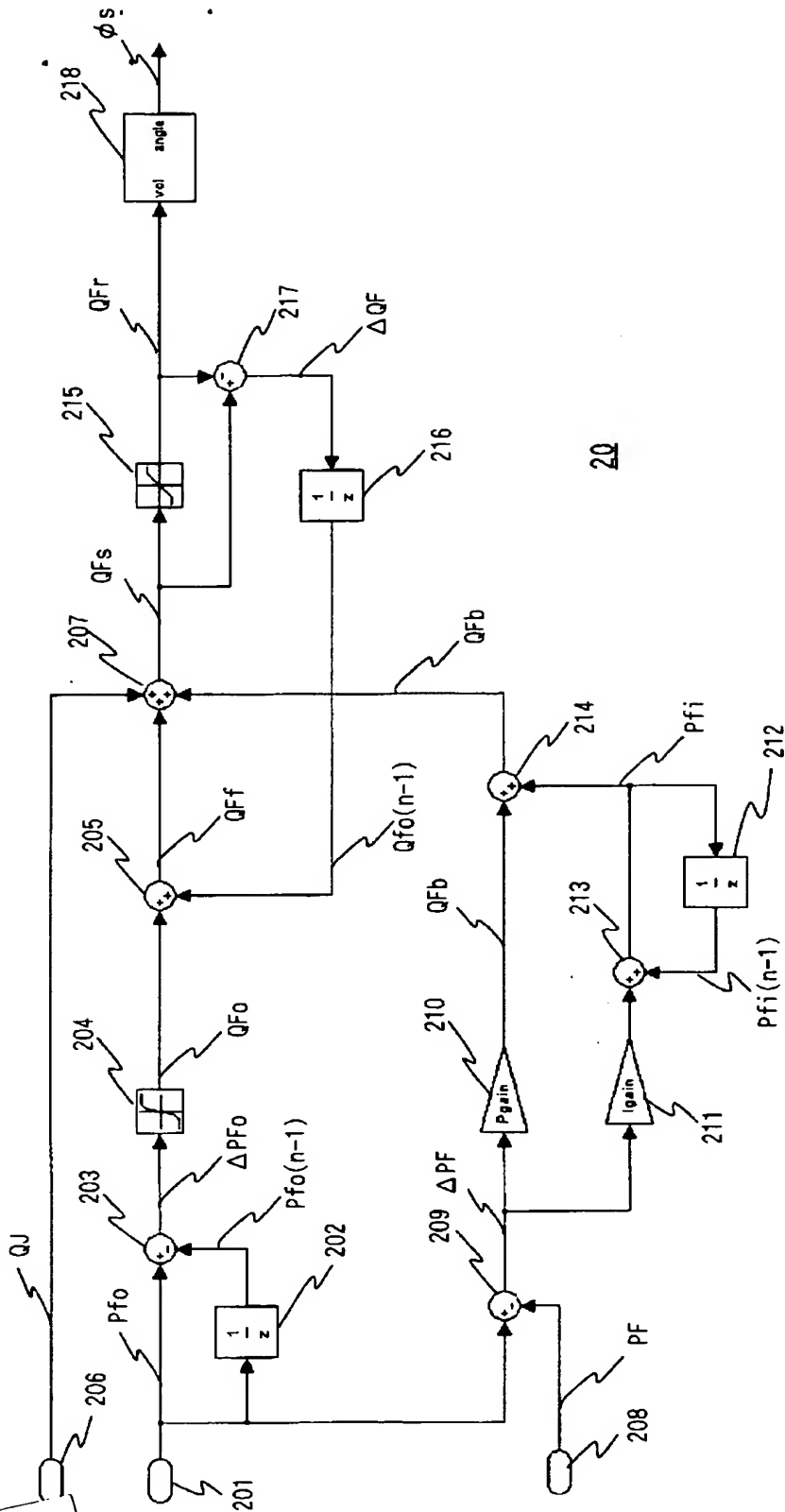
【図 3】



【図 4】

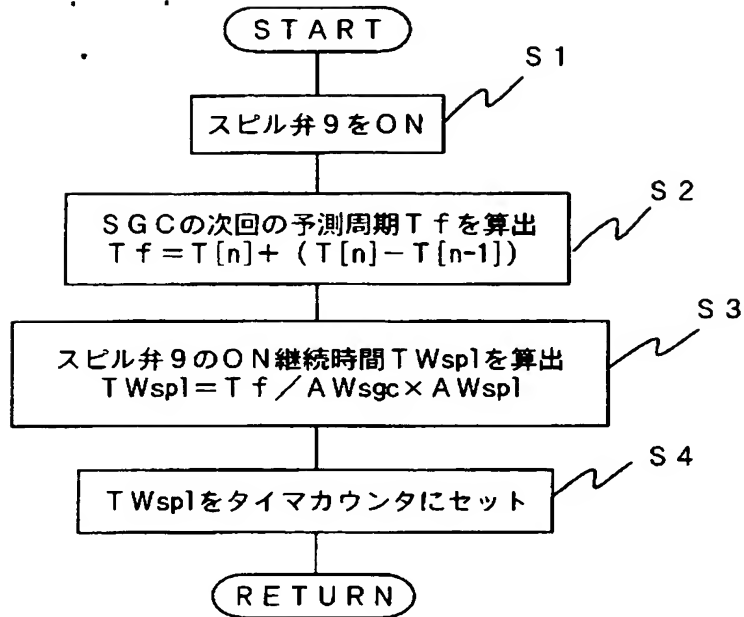


【図 5】

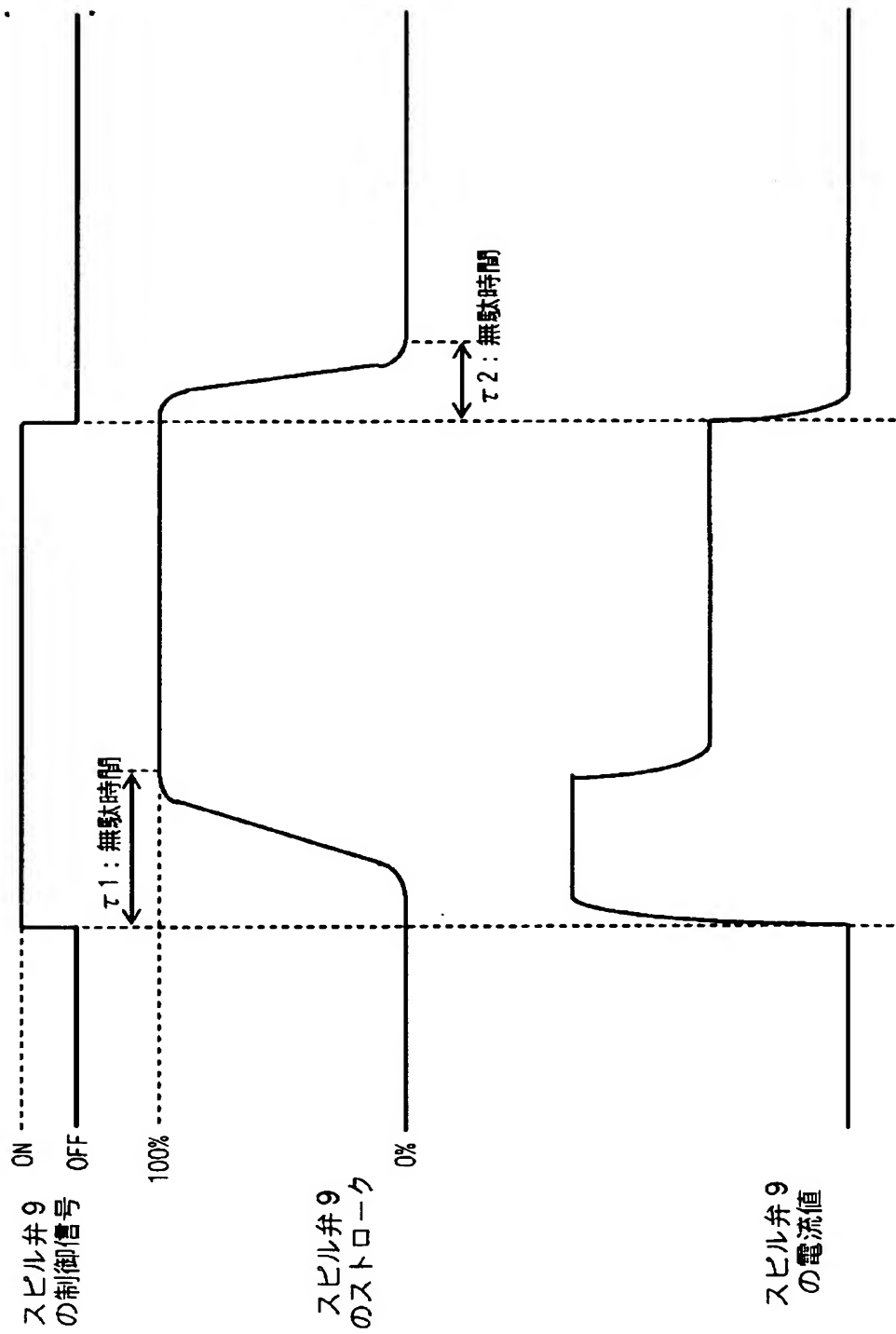




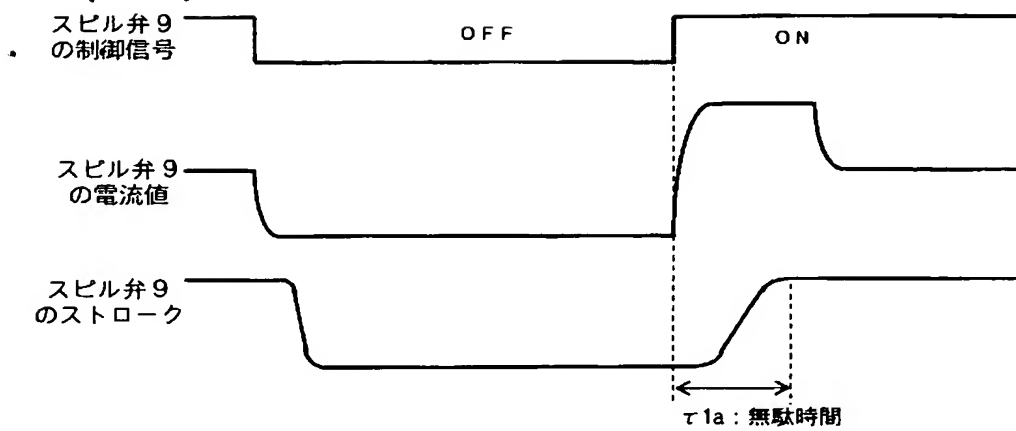
【図 6】



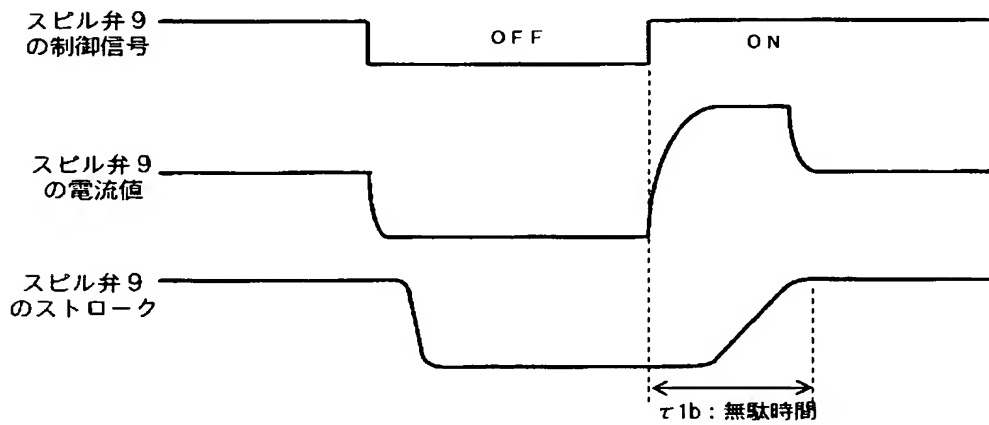
【図 7】



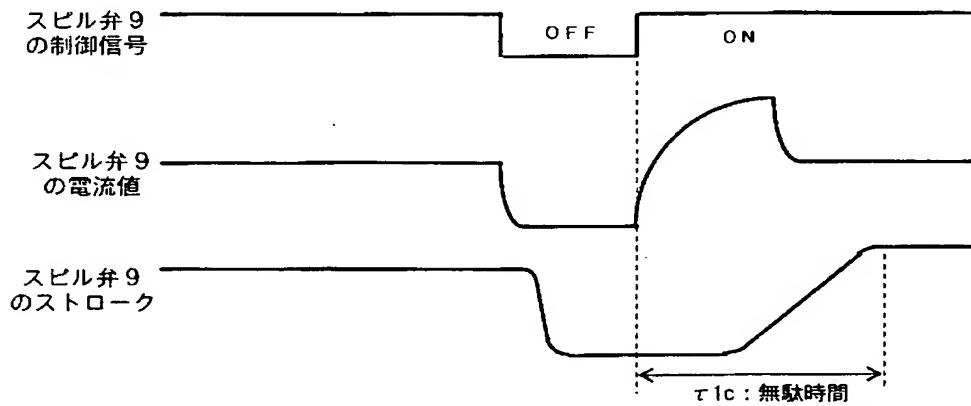
【図 8】



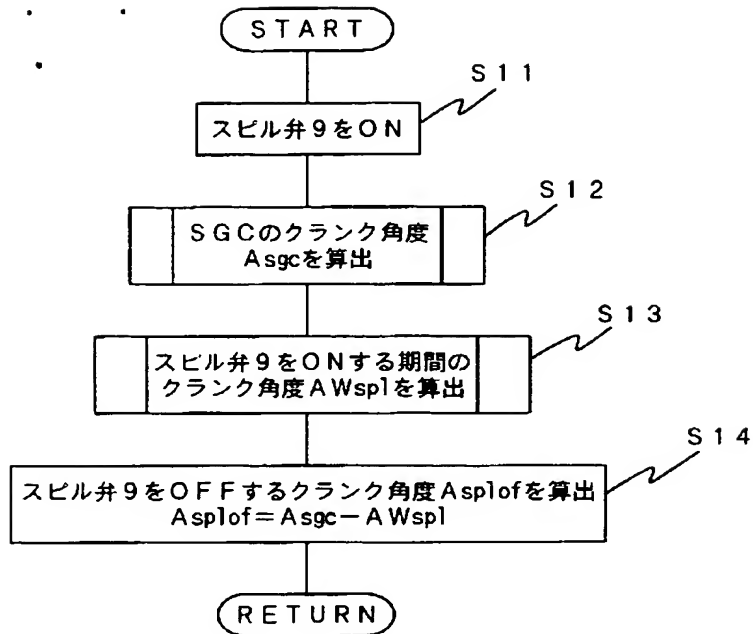
【図 9】



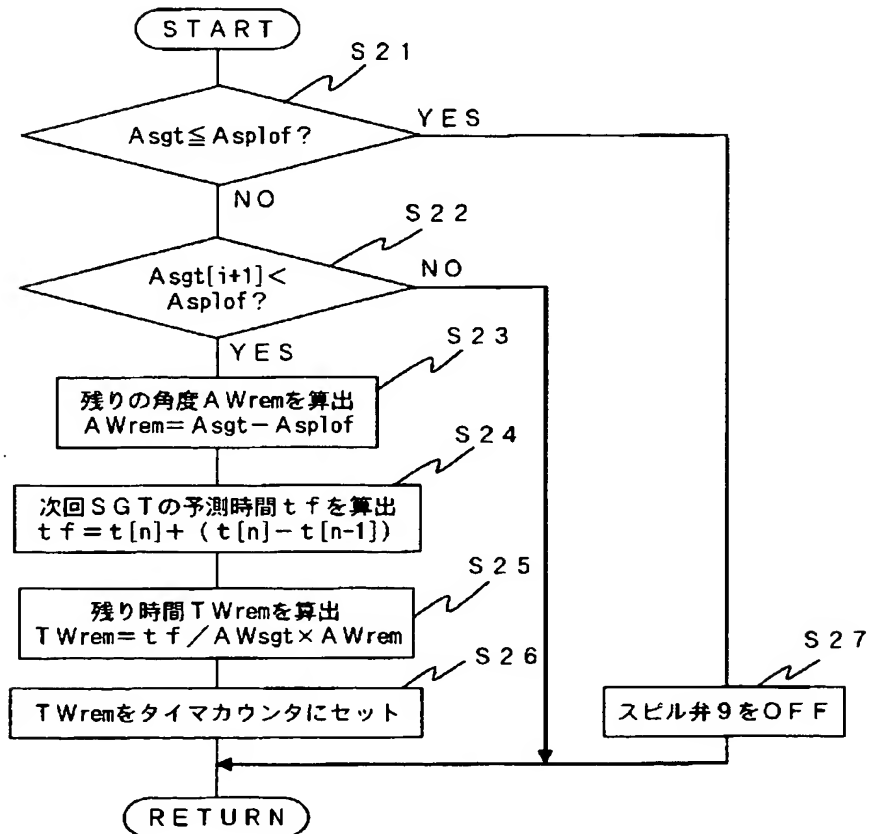
【図 10】



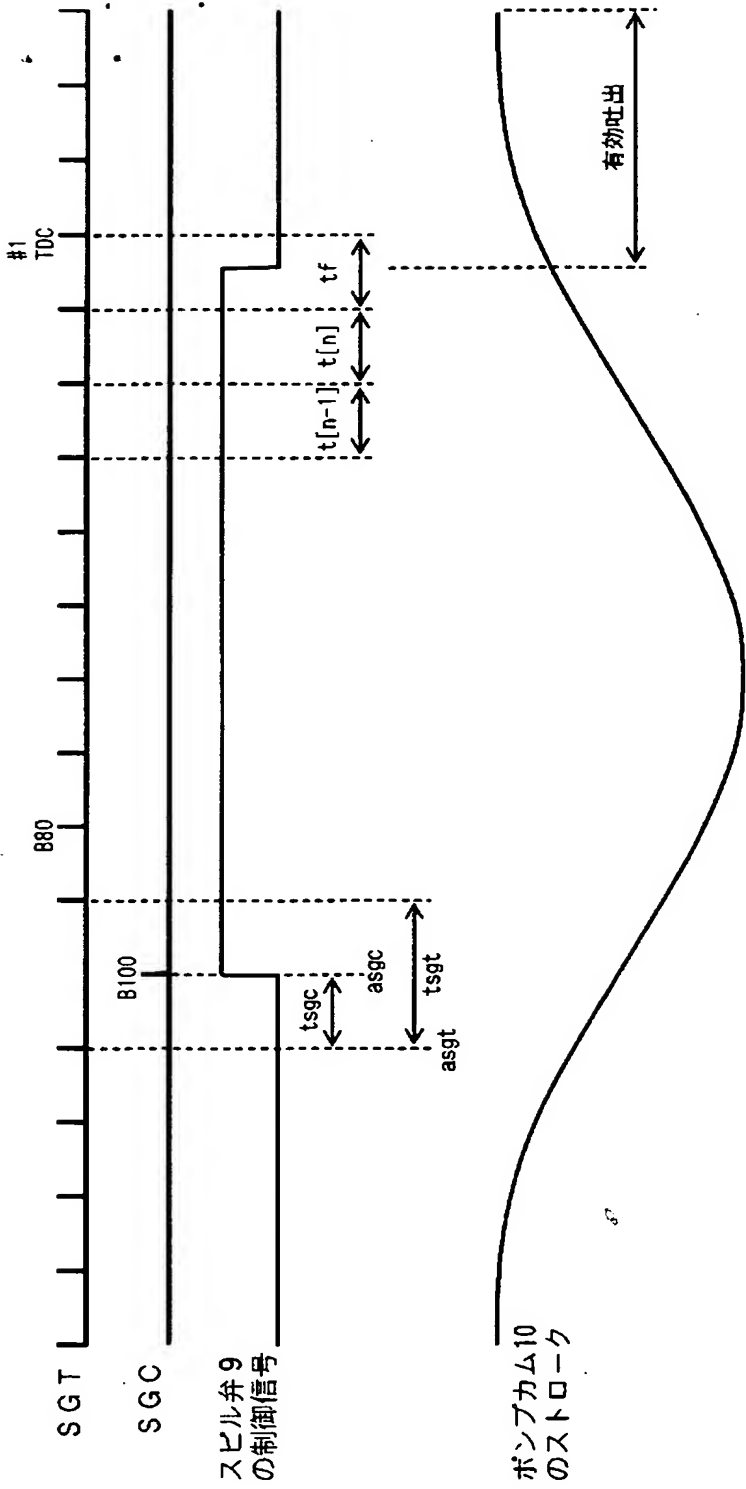
【図 11】



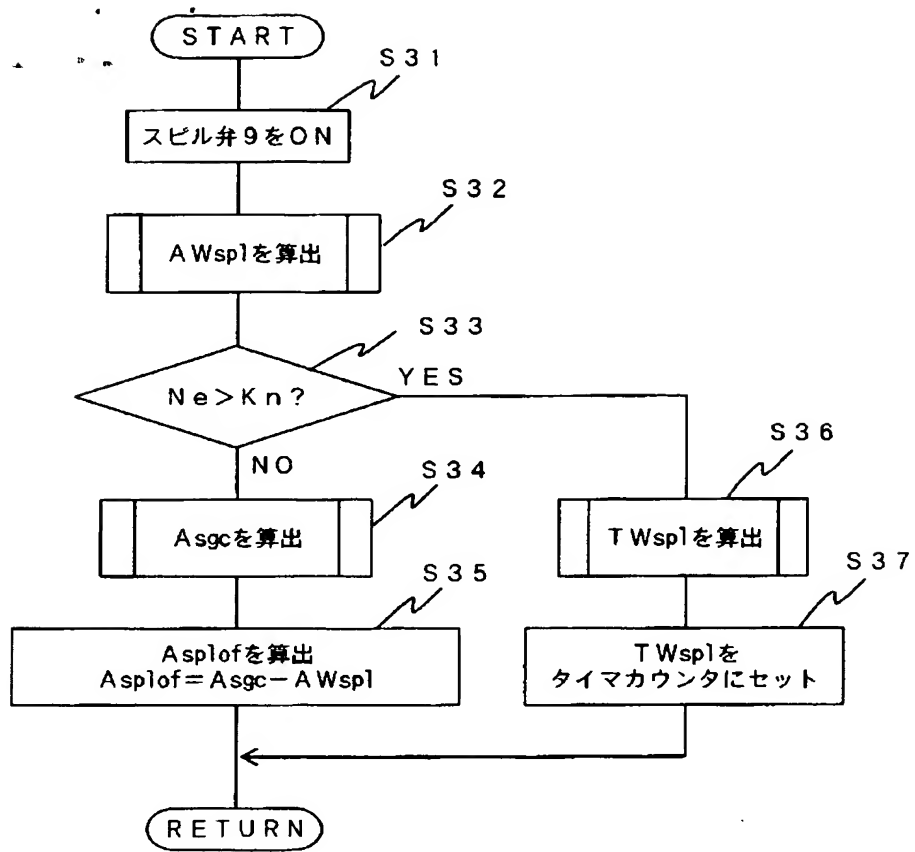
【図 12】



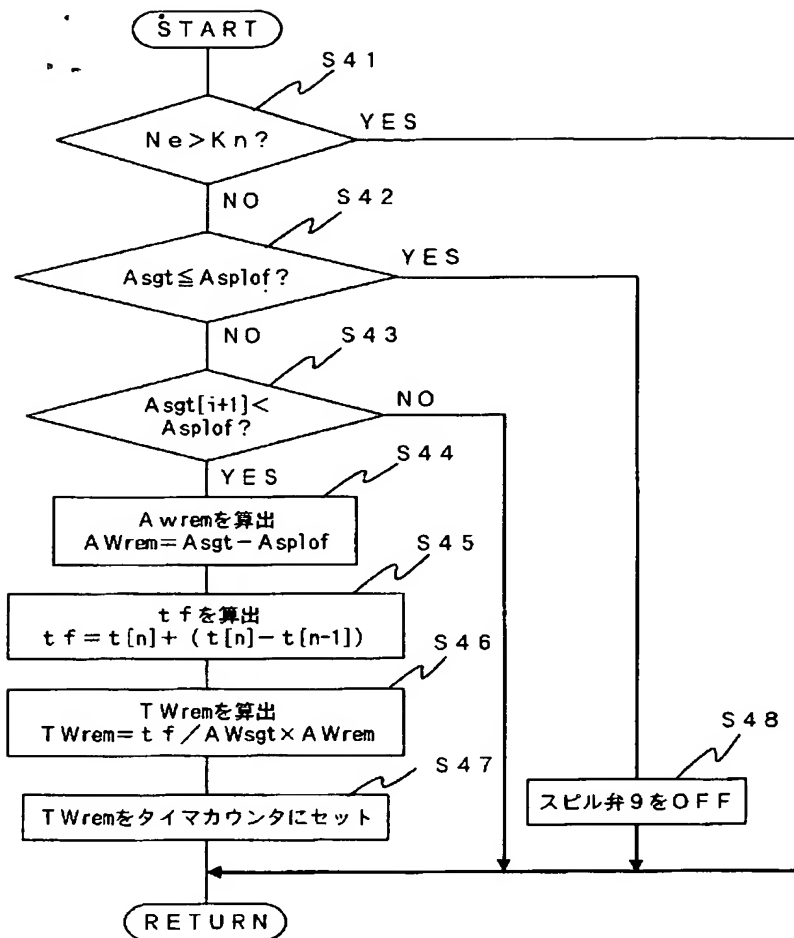
【図 13】



【図 14】



【図 15】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】カム角信号を用いて高圧ポンプを制御し、吐出量に見合った所定期間経過後に開閉することにより、バルブタイミングが変更されても補正を必要とせず、制御性を確保しつつ簡略化を実現した内燃機関の燃料供給制御装置を得る。

【解決手段】燃料タンク 1 内の燃料を燃焼室 11 に設置されたインジェクタ 12 に供給するために、クランクシャフト 16 の回転に同期してクランク角信号 SGT を生成するクランク角センサ 18 と、カムシャフト 17 の回転に同期してカム角信号 SGC を生成するカム角センサ 19 と、カムシャフト 17 の回転に同期した吸入行程および吐出行程を有し燃料をインジェクタ 12 に供給する高圧ポンプ 5 と、吐出行程に関連した有効ストロークを変更する ECU 20 とを備えている。ECU 20 は、カム角信号 SGC に基づいて有効ストロークを変更する。

【選択図】図 1



特願 2 0 0 3 - 3 0 9 0 5 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社